

BEST AVAILABLE COPY

2FW

PTO/SB/21 (09-04)

Approved for use through 07/31/2006. OMB 0651-0031

U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

## TRANSMITTAL FORM

(to be used for all correspondence after initial filing)

Total Number of Pages in This Submission

Application Number 10/708,213

Filing Date 02/17/2004

First Named Inventor LINGMAN

Art Unit 3661

Examiner Name LOUIS JACQUES

Attorney Docket Number 00173.0050.PCUS00

### ENCLOSURES (Check all that apply)

<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form	<input type="checkbox"/> Drawing(s)	<input type="checkbox"/> After Allowance Communication to TC
<input type="checkbox"/> Fee Attached	<input type="checkbox"/> Licensing-related Papers	<input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences
<input type="checkbox"/> Amendment/Reply	<input type="checkbox"/> Petition	<input type="checkbox"/> Appeal Communication to TC (Appeal Notice, Brief, Reply Brief)
<input type="checkbox"/> After Final	<input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application	<input type="checkbox"/> Proprietary Information
<input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s)	<input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation	<input type="checkbox"/> Status Letter
<input type="checkbox"/> Extension of Time Request	<input type="checkbox"/> Change of Correspondence Address	<input checked="" type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below):
<input type="checkbox"/> Express Abandonment Request	<input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer	Postcard
<input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement	<input type="checkbox"/> Request for Refund	
<input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s)	<input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____	
<input type="checkbox"/> Reply to Missing Parts/Incomplete Application	<input type="checkbox"/> Landscape Table on CD	
<input type="checkbox"/> Reply to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53	Remarks	

### SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT

Firm Name	NOYAK DRUCE & QUIGG, LLP		
Signature			
Printed name	Tracy W. Druce		
Date	02/07/2006	Reg. No.	35,493

### CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING

I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below:

Signature			
Typed or printed name	Daniel Hernandez	Date	02/07/2006

This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.11 and 1.14. This collection is estimated to 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

# PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET

Patentavdelningen

## Intyg Certificate

*Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.*

*This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.*

(71) Sökande                      Volvo Lastvagnar AB, Göteborg SE  
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer    0102776-2  
Patent application number

(86) Ingivningsdatum                      2001-08-17  
Date of filing

Stockholm, 2004-04-19

För Patent- och registreringsverket  
For the Patent- and Registration Office



Hjordis Segerlund

Avgift  
Fee                      170:-

2001-08-17

Huvudfoxen Kassan

**TITEL**

Metod för estimering av massan hos ett fordon vilket framförs på en väg med en varierande lutning samt metod för estimering av lutningen av den väg där ett fordon framförs.

5

**TEKNISKT OMRÅDE**

Uppfinningen avser en metod för estimering av massan hos ett fordon vilket framförs på en väg med en varierande lutning enligt ingressen till patentkravet 1. Uppfinningen avser även en metod för estimering av lutningen av den väg där ett fordon framförs enligt ingressen till patentkravet 13. I synnerhet avses en metod för samtidig estimering av massa och lutning av den väg där fordonet framförs.

10

**15 TEKNIKENS STÄNDPUNKT**

För att säkerställa att ett fordonens rörelsemönster kan kontrolleras på ett tillfredsställande vis måste tillförlitlig information för styrning av fordonets drivlina och bromssystem finnas. Av avgörande betydelse är att tillförlitlig information avseende fordonets massa, dess hastighet och vägens lutning finns tillgänglig.

20

En vanligt förekommande metod för samtidig uppskattning av ett fordonets massa och lutningen på den väg där fordonet framförs är att beräkna fordonets acceleration vid två närliggande tidpunkter vilka typiskt sett ligger inom ett intervall på 0,5 sekunder. Därigenom kan gravitationskrafter, rullmotstånd och luftmotstånd anses vara konstanta. Genom att nyttja Newtons andra lag vid nämnda två mätpunkter kan fordonets massa, vilken är den enda obekanta parametern i ekvationen så snart accelerationen beräknats är uppmätt data om hastigheten vid nämnda två mätpunkter. Mätsignalen avseende fordonets hastighet är vanligtvis brusig. För att erhålla en relativt god uppskattning av fordonets acceleration ur den brusiga hastighetssignalen är det av vikt att hastighetsskillnaden är relativt stor trots det korta intervallet mellan mätpunkterna. Ett sätt att tillhandahålla detta är att förlägga den ena mätpunkten till en tidpunkt strax före växling och den andra tidpunkten strax efter växling. Ett flertal problem finns dock behäftade med denna metod. För det första kräver denna metod att mätningen genomförs under svåra förhållanden eftersom oscillationer på grund av drivlinans flexibilitet och i förekommande fall spelet i kopplingen mellan dragbil och släp. Oscillationerna exciteras av att drivkraften är diskontinuerlig under växlingsförfarandet. Vidare kan denna metod inte nyttjas om fordonet är utrustat med en växellåda av så kallad "power-shift" typ där frikoppling av kraften från motorn inte sker under växling.

25

30

35

40

En annan typ av vanligt förekommande växellådor är automatiskt styrda manuella växellådor där själva växlingsförloppet styrs av ställdon efter valt växelläge av föraren. I dessa växellådor avkänns växelläget av en sensor varefter en styrsignal för nämnda ställdon

2001-08-17

Huvudfoxen Kassan

effektuerar växlingen. Genom denna typ av växellådor är det möjligt att under god kontroll genomföra växlingsförloppet. Ett problem vid växling, speciellt under färd i uppförsbacke, är att fordonet tappar fart under växlingsförloppet eftersom ett avbrott i det överförda momentet uppstår. Detta medför att det är önskvärt att hålla växlingsförloppet så kort som möjligt.

- 5 Tillverkare av växellådor strävar därför att hos automatiskt styrda manuella lådor minimera tidförloppet för växlingsförloppet, vilket medför att tidsrymden för att utföra en estimering minskar varvid noggrannheten hos mätningen minskas.

- 10 Ett exempel på en metod som i realiteten kräver att mätning sker i växlingsögonblicket utgörs av US 5549364. Orsaken till detta är att ingen samtidig skattning av massan och vägens lutning. Detta innebär att estimeringsmetodiken blir beroende av två tidsdiskreta mättillfällen. För att komma tillrätta med den starkt brusiga hastighetssignalen kommer sålunda mätning att behöva utföras under växlingsförloppet med ovan angivna problem som följd.

- 15 I US 6167357 beskrivs ett exempel på en rekursiv metod för estimering av massan hos ett fordon. Enligt den beskrivna metoden sker en samtida bestämning av fordonets massa och en luftmotståndskoefficient. Denna koefficient är dock ingen variabel utan en konstant varför den angivna metoden inte kan appliceras för bestämning av vägen lutning

20

#### KORT BESKRIVNING AV UPPFINNINGEN

- 25 Ändamålet med uppfinningen är att tillhandahålla en metod för estimering av massan hos ett fordon och/eller vägens lutning vilken inte kräver att mätning sker specifikt under ett växlingsförlopp.

- 30 Detta ändamål uppnås genom en metod för estimering av massas hos ett fordon enligt den kännetecknande delen av patentkravet 1. Genom att nyttja ett beräkningsorgan med vilket en rekursiv process genererar en uppskattning av vikten hos fordonet genom nyttjandet av ett statistiskt filter nyttjande nämnda indata omfattande fordonets hastighet och en parameter vilken innefattar horisontell kraftpåverkan på fordonet kan fordonets massa bestämmas med god konvergens under nyttjandet av en statistisk representation av en väg med varierande lutning.

- 35 Detta ändamål uppnås även genom en metod för estimering av lutningen av den väg där ett fordon framförs enligt den kännetecknande delen av patentkravet 13. Genom att nyttja ett beräkningsorgan med vilket en rekursiv process genererar en uppskattning av lutningen av den väg där ett fordon framförs genom nyttjandet av ett statistiskt filter nyttjande nämnda indata omfattande fordonets hastighet och en parameter vilken innefattar horisontell kraftpåverkan på fordonet kan vägens lutning bestämmas med god konvergens under nyttjandet av en statistisk representation av en väg med varierande lutning.

40

2001-08-17

Huvudfaxen Kassar

I en särskilt föredragen utföringsform av uppfinningen bestäms lutningen av den väg där fordonet framförs och fordonets massa samtidigt.

I en föredragen utföringsform av uppfinningen nyttjas ett Kalmanfilter alternativt ett utvidgat Kalmanfilter såsom statistiskt filter i en rekursiv process utgörande en estimeringsmetod för fordonets massa och/eller lutningen av den väg där fordonet framförs. Fordonets rörelseekvation utgör i samtliga fall baskvation för Kalmanfiltret.

Ett Kalmanfilter är en estimeringsmetod för linjära system vilken beaktar det statistiska uppförandet av en process och mätstörningar. Allmänt beskrivs ett Kalmanfilter av systemet

$$\dot{x} = Ax + Bu + v; y = Cx + Dy + w$$

där  $x$  är en tillståndsvektor,  $y$  är en mätvektor,  $u$  är känd systempåverkan och  $v$  samt  $w$  är störningsvektorer för process och mätning.

Ett utvidgat Kalmanfilter är en estimeringsmetod för icke linjära system.

En djupare beskrivning av Kalmanfilter ges exempelvis i Schmitbauer B. "Modellbaserade reglersystem", studentlitteratur 1999.

Genom metoden enligt uppfinningen erhålles en samtidig estimering av fordonets massa samt lutningen av den väg där fordonet framförs.

I en föredragen utföringsform utgörs den statistiska representation av vägens lutning av en första ordningens process med en intensitet  $d$  och en brytfrekvens  $\omega_c$ . Såsom utgångsvärden för intensitet  $d$  och en brytfrekvens  $\omega_c$  kan en uppskattning ur ett frekvensspektrum från en referensväg nyttjas. Enligt en utföringsform av uppfinningen är det dock möjligt att uppdatera värdet på parametrarna  $d$  och  $\omega_c$  genom att variationen av det av processen beräknade värdet på lutningen hos vägen studeras och för tillfället mer lämpliga värden införs. Ett sätt är att lagra lutningsestimatet i en batch och sedan (kanske varannan timma) köra en vanlig RLS (Recursive Least Square) algoritm för att sätta parametrarna, dvs man anpassar en första ordningens process till en mätserie. En djupare beskrivning av hur uppdatering kan åstadkommas ges i Lennart Ljung, *System identification- theory for the user*.

Enligt en utföringsform av uppfinningen uppskattas den longitudinella kraftpåverkan ur en uppskattning av från en i fordonet ingående förbränningsmotor levererat moment. Uppskattningen sker på ett för fackmannen välkänt sätt från indata omfattande levererad bränslemängd, aktuellt varvtal och fordonets hastighet. Ett exempel på hur beräkning av drivande moment från fordonsdata ges i US6035252. I en alternativ utföringsform av uppfinningen uppskattas den longitudinella kraftpåverkan genom nyttjandet av en

Huvudfaxen Kassan

accelerometer vilken uppmäter accelerationen i longitudinell riktning. Enligt en tredje utföringsform av uppfinningen uppskattas den longitudinella kraftpåverkan av en momentgivare placerad i fordonets drivlina.

- 5 Enligt en föredragen utföringsform av uppfinningen nyttjas metoden för estimering av fordonets massa för fördelning av bromskraft mellan bromsar i fordonet ingående släp och dragbil.

## 10 FIGURBESKRIVNING

Uppfinningen kommer nedan att närmare beskrivas med hänvisning till bifogade ritningsfigurer, där

- 15 fig. 1 visar schematiskt ett fordon innefattande en styrekrets för utförande av en metod för estimering av fordonets massa enligt uppfinningen,
- fig. 2 visar ett blockschema för exekvering av en metod för estimering av fordonets massa enligt uppfinningen, och
- 20 fig. 3 visar resultat från simuleringar av estimeringar av massa och väglutning under användning av den uppfinningsmässiga estimeringsmetoden.

25

## UTFÖRINGSFORMER

- I en första modell uppskattas vägens lutning för ett fordon med känd massa. Modellen baseras sig på fordonets rörelseekvation i fordonets longitudinella riktning. Med fordonets
- 30 longitudinella riktning avses riktningen längs fordonets färdväg oavsett i vilken vinkel i förhållande till horisontalplanet fordonet för ögonblicket framförs i.

Rörelseekvationen har formen:

$$m \dot{v} = mg \sin \alpha + f_p - f_r$$

35 där  $\alpha$  är vägens lutning,  $f_p$  applicerad drivkraft och  $f_r$  retardationskrafter. Drivkraften  $f_p$  utgörs av positivt drivande moment från en i fordonet ingående motor filtrerat via fordonets transmission. Retardationskraften  $f_r$  innefattar retarderande krafter från hjul, tillsatsbromsar och deterministiska delar av rullmotstånd och luftmotstånd.

40

2001-08-17

Huvudfaxen Kassan

Såväl applicerad drivkraft  $f_p$  som retardationskrafter  $f_r$  betraktas som kända insignaler till det statistiska filtret.

Vi har sålunda en insignal av formen:

$$u(t) = f_p(t) - f_r(t) = f(t)$$

Efter val av fordonets hastighet  $v$  och vägens lutning som tillståndsvariabler erhålles följande tillståndsekvationer:

$$x_1 = v \Rightarrow \dot{x}_1 = gx_2 + \frac{1}{m}f(t) + v_1$$

$$x_2 = \alpha \Rightarrow \dot{x}_2 = \dot{\alpha} = v_2$$

$$y = x_1 + w$$

I denna modell införs en statistisk representation av en väg med varierande lutning. I en analys har frekvensspektrat hos en referensväg mätts upp. Studium av frekvensspektrat visar att frekvensspektrat med relativt god noggrannhet kan approximeras med en första ordningens process. Givetvis kan även processer av högre ordning nyttjas med följd att tillståndsekvationernas dimension ökar. Den studerade referenssträckan uppvisade en brytfrekvens om  $f_c = 0,002$  cykler/m och en brusintensitet om  $0,8 \text{ (rad)}^2/(\text{cykler/m})$

Den statistiska representationen av nyttjas i ovanstående tillståndsekvation, varvid följande tillståndsekvation erhålles:

$$\left. \begin{aligned} x_1 = v &\Rightarrow \dot{x}_1 = gx_2 + \frac{1}{m}f(t) + v_1 \\ x_2 = \alpha &\Rightarrow \dot{x}_2 = \dot{\alpha} = -\omega_c x_1 + v_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow A = \begin{bmatrix} 0 & g \\ 0 & -\omega_c \end{bmatrix} \quad v = \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix}$$

En ytterligare möjlighet till förbättring av estimering av vägens lutning erhålles genom en förbättrad modellering av störkrafterna där störkrafterna modelleras med en första ordningens process i stället för att modelleras med vitt brus. Detta är möjligt eftersom felet i drivande och bromsande moment från motor och tillsatsbromsar, rullmotstånd och luftmotstånd är kända till sin magnitud men inte till sitt frekvensinnehåll. Tillståndsekvationen utökas därför med ett ytterligare tillstånd  $x_3 = f_{dis}$  och får därefter följande utseende:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & g & 1/m \\ 0 & -\omega_c & 0 \\ 0 & 0 & -\omega_d \end{bmatrix} \quad Bu = \begin{bmatrix} f(t)/m \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad v = \begin{bmatrix} 0 \\ v_2 \\ v_3 \end{bmatrix}$$

2001-08-17

Huvudfaxen Kassan

där  $\omega_d$  är störkraftens brytfrekvens och  $d$  är intensiteten hos bruset.

- 5 För att möjliggöra samtidig estimering av fordonets massa och lutningen av vägen där fordonet framförs måste tillståndsekvationen utökas med minst ett ytterligare tillstånd motsvarande fordonets massa. Enligt denna utföringsform av uppfinningen estimeras fordonets massa och lutningen av den väg där fordonet framförs genom att nyttja en uppskattning av en variabel vilken innefattar longitudinell kraftpåverkan som i detta fall
- 10 motsvarar applicerad drivkraft  $f_p$  och retardationskrafter  $f_r$  tillsammans med en statistisk representation av en väg med varierande lutning. Drivkraften uppskattas enligt en utföringsform av uppfinningen genom att indata avseende fordonets hastighet, levererad bränslemängd till fordonets cylindrar och föreliggande varvtal hos förbränningsmotorn
- 15 transformeras till ett värde på drivande moment hos förbränningsmotorn. Denna transform utförs i en i fordonet ingående processor på ett för fackmannen välkänt sätt genom nyttjande av beräkningar och erfarenhetsmässiga avbildningar mellan indata och drivande moment. Enligt en alternativ utföringsform av uppfinningen uppskattas det drivande momentet genom en utsignal från en momentgivare placerad i fordonets drivlina. Det uppskattade momentet
- 20 filtreras därefter till en drivande kraft via information om föreliggande utväxling mellan utgående axel från förbränningsmotorn och drivande hjul.

Vi erhåller tillsammans med nyttjande av en första ordningens modell av variationen hos lutningen av vägen enligt vad som beskrivits ovan följande tillståndsekvation:

$$\begin{aligned} \dot{v} &= \dot{x}_1 = g x_2 + \frac{f(t)}{x_3} + \frac{x_4}{x_3} \\ 25 \quad \dot{v} &= g\alpha + \frac{f(t)}{m} + \frac{f_{dirt}}{m} & \dot{\alpha} &= \dot{x}_2 = -\omega_c x_2 + v_2 \\ & & \dot{m} &= \dot{x}_3 = v_3 \\ & & \dot{f}_{dirt} &= \dot{x}_4 = -\omega_d x_4 + v_4 \end{aligned}$$

Ekvationen är en icke linjär tillståndsekvation varför ett utvidgat Kalmanfilter måste användas.  
30 Tillståndsekvationen är av formen

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{f}(\mathbf{x}, t) + \mathbf{v}$$

$$\mathbf{y} = \mathbf{g}(\mathbf{x}, t) + \mathbf{w},$$



2001-08-17

Huvudfaxen Kossan

där  $f(x,t)$  är icke-linjär och  $g(x,t)$  är linjär. Vid användning av utvidgade Kalmanfilter linjariseras modellen kring estimatet av tillståndsvektorn  $x$ . Företrädesvis nyttas differensekvationer i stället för differentialekvationer i realtidsapplikationer. Detta ger

- 5 tillsammans med en Eulerapproximation av tidsderivatan,  $\dot{x} = (x(t+h) - x(t))/h$ , en diskretiserad tillståndsekvation enligt följande:

$$x_1(t+1) = x_1 + hg x_2 + \frac{hf(t)}{x_3} + \frac{hx_4}{x_3} = f_1$$

$$x_2(t+1) = (1 - h\omega_a)x_2 + hv_2 = f_2 + hv_2$$

$$x_3(t+1) = x_3 + hv_3 = f_3 + hv_3$$

$$x_4(t+1) = (1 - h\omega_d)x_4 + hv_4 = f_4 + hv_4$$

- 10 Nästa steg är att linjarisera ovanstående tillståndsekvation kring estimatet av tillståndsvektorn  $x$ , varvid följande linjära tillståndsekvation erhålles:

$$\begin{bmatrix} \delta x_{1,t+1} \\ \delta x_{2,t+1} \\ \delta x_{3,t+1} \\ \delta x_{4,t+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & hg & -\frac{h(f(t) - \hat{x}_4)}{\hat{x}_3^2} & \frac{h}{\hat{x}_3} \\ 0 & 1 - h\omega_a & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 - h\omega_d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta x_{1,t} \\ \delta x_{2,t} \\ \delta x_{3,t} \\ \delta x_{4,t} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ hv_2 d_{1a} \\ hv_3 \\ hv_4 d_1 \end{bmatrix}, [y] = [C] \begin{bmatrix} \delta x_{1,t} \\ \delta x_{2,t} \\ \delta x_{3,t} \\ \delta x_{4,t} \end{bmatrix} + [w]$$

- 15 Samtidig estimering av massan  $m$  hos fordonet och lutningen  $\alpha$  av den väg där fordonet framförs är nu möjlig genom att nyttja ovanstående tillståndsekvation rekursivt med nyttjande av fordonets hastighet  $v$  och uppgift om applicerad drivkraft  $f_p$  och retardationskrafter  $f_r$ . Drivkraften  $f_p$  utgörs av positivt drivande moment från en i fordonet ingående motor filtrerat via fordonets transmission. Retardationskraften  $f_r$  innefattar retarderande krafter från hjul, tillsatsbromsar och deterministiska delar av rullmotstånd och luftmotstånd. För att erhålla en stabil approximation av tillståndsvektorn avstannas processen i en föredragen utföringsform när föraren applicerar färdbronsen eftersom friktionen mellan bromsbelägg och bromsskiva normalt uppvisar stor stokastisk variation.

- 20  
25 Enligt en andra utföringsform av uppfinningen estimeras fordonets massa och lutningen av den väg där fordonet framförs genom att nyttja en uppskattning av en variabel vilken innefattar longitudinell kraftpåverkan som i detta fall motsvarar en insignal från en accelerometer som uppmäter specifik kraft längs fordonets longitudinella utsträckning tillsammans med en statistisk representation av en väg med varierande lutning.

2001-08-17

Huvudfaxen Kassan

I detta fall införs en tillståndsvariabel  $x_3$  som motsvarar den longitudinella accelerationen i tillståndsekvationen. Den longitudinella accelerationen modelleras med en första ordningens process med en brytfrekvens  $\omega_d$ . Vi får en tillståndsekvation enligt följande:

$$\left. \begin{aligned} x_1 = v \Rightarrow \dot{x}_1 &= g x_2 - a(t) + x_3 \\ x_2 = \alpha \Rightarrow \dot{x}_2 &= -x_2 \omega_d + u_1 \\ x_3 = a_d \Rightarrow \dot{x}_3 &= -x_3 \omega_d + u_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow A = \begin{bmatrix} 0 & g & 1 \\ 0 & -\omega_d & 0 \\ 0 & 0 & -\omega_d \end{bmatrix} \quad u = \begin{bmatrix} 0 \\ u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} \quad Bu = \begin{bmatrix} -a(t) \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}^T$$

Genom att använda insignalen  $a(t)$  från en accelerometer kan estimeringen av lutningen hos den väg där fordonet framförs genomföras utan direkt koppling till fordonets massa. Fordonets massa kan därför samtidigt estimeras genom nyttjande av kontrollkraften  $f(t)$  enligt ovan genom relationen  $a(t) = -f(t)/m$ . Detta innebär att då insignalen från en accelerometer nyttjas kan estimeringsproblemet uppdelas i två skilda filter, ett kinematiskt filter utan rörelseekvation för estimering av vägens lutning och ett dynamiskt filter avseende massan.

Det dynamiska filtret utseende för bestämning av massan framgår av följande tillståndsekvation:

$$\left. \begin{aligned} x_1 = m \Rightarrow \dot{x}_1 &= u_1 \\ y = f(t) &= (a(t) - \hat{x}_3)x_1 + w \end{aligned} \right\} \Rightarrow A = 0 \quad Bu = [0] \quad C = [(a(t) - \hat{x}_3)] \quad u = [u_1]$$

I figur 1 visas schematiskt ett kontrollsysteem för ett fordon där ovan beskrivna metod kan tillämpas för uppskattning av lutningen av den väg där fordonet framförs, fordonets massa, alternativt samtidig uppskattning av lutningen av den väg där fordonet framförs och fordonets massa.

Kontrollsystemet är av den typ som beskrivs i patentskriften US 6167357 till vilken hänvisas för en mer detaljerad beskrivning.

Fordonet 10 innefattar en förbränningsmotor 11 och en växellåda 12 vilken via en utgående axel 15 förbinder förbränningsmotorn 11 med en drivaxel 13 för en uppsättning hjul 14. Förbränningsmotorn 11 styrs av en motorkontrollenhet 16 vilken nyttjar en insignal från ett gasreglage 17 och i förekommande fall en konstantfartållare 18. Förbränningsmotorn 11 och dess motorkontrollenhet 16 är av konventionell typ där motorkontrollenheten styr bränsleinsprutning, motorbroms etc. efter signaler från gasreglage 18, hastighetsgivare 19 och bromskontrollsystem 20.

Växellådan 12 styrs enligt den visade utföringsformen av en växellådekontrollenhet 21 vilken styr växlingen på insignalen från hastighetsgivaren 19 alternativt från insignalen från en växelväljare 22 hos fordonet. Uppfinningen kan även appliceras på fordon utan elektronsikt styrda växellådor. I en utföringsform av uppfinningen är det dock nödvändigt att registrera

2001-08-17

Huvudfaxen Kassan

vilken växel som för närvarande nyttjas av fordonet. Växellådan och dess kontrollenhet är av konventionell typ.

5 Bromskontrollsystemet 20 styrs av insignaler från ett färdbromsreglage 23 samt i förekommande fall ett tillsatsbromsreglage 24. Fördelningen mellan färdbroms och tillsatsbroms kan i förekommande fall ske automatiskt. Bromskontrollsystemet genererar utsignaler till motorkontrollsystemet 16 för styrning av insprutning och motorbroms i förekommande fall, till övriga tillsatsbromsar, exempelvis i form av en retarder 25 vilken styrs av ett kontrollorgan 26, samt till färdbromsarna 27. I förekommande fall sker en  
10 fördelning av bromskraften mellan hos fordonet ingående hjulpar respektive i förekommande fall färdbromsar 33 hos hjulpar 28, 29 på ett släp 30 kopplat till fordonets 10 ramstruktur 31 via en koppling 32.

15 Fordonet innefattar även ett beräkningsorgan 34 för estimering av massan hos ett fordon, för estimering av lutningen av den väg där fordonet framförs alternativt för samtidig estimering av massan hos ett fordon, för estimering av lutningen av den väg där fordonet framförs.

20 Beräkningsorganet 34 erhåller indata från hastighetsgivaren 19. Enligt en utföringsform av uppfinningen erhåller beräkningsorganet dessutom information från en accelerometer 35 vilken uppmäter fordonets acceleration i longitudinallängd och nyttjar denna information för fastställande av en variabel vilken innefattar longitudinell kraftpåverkan på fordonet. Enligt en alternativ utföringsform uppmäts en variabel vilken innefattar longitudinell kraftpåverkan på fordonet genom registrering av applicerad drivkraft  $f_d$  och retardationskrafter  $f_r$ . För detta ändamål nyttjas beräkningsorganet insignaler från bromskontrollorganet 20 för fastställande  
25 av storlek på applicerade bromskrafter, i synnerhet storleken av applicerad kraft via tillsatsbromsarna. Vidare nyttjas insignalen från hastighetsgivaren 19 för bestämning av rullmotstånd och luftmotstånd. I en utföringsform av uppfinningen nyttjas information från motorkontrollsystemet 16 för fastställande av avgivet moment från förbränningsmotorn. I en andra utföringsform av uppfinningen nyttjas insignalen från en momentgivare 36 placerad  
30 längs fordonets drivlina. Vidare nyttjas insignalen från växellådekontrollenheten 21 för bestämning av applicerad drivkraft ur beräknat eller uppmätt drivande moment.

Samtliga insignaler till beräkningsorganet 34 är av konventionell typ och finns tillgängliga via det kommunikationssystem som nyttjas i fordonet, vanligtvis en databuss.

35 Beräkningsorganet 34 genererar utsignaler motsvarande lutningen av den väg där fordonet framförs 38 och/eller fordonets massa 37, i beroende av vilken av de ovan beskrivna processer för bestämning av tillståndsekvationerna bestämmande fordonets rörelse som valts. Beräkningsorganet 34 innefattar minnesareor och processorer varvid iterering av den rekursiva processen kan ske med generering av en uppskattning av lutningen och/eller massan som följd.

2001-08-17

Huvudfaxen Kassar

I figur 2 visas ett blockschema för exekvering av en metod för estimering av fordonets massa enligt uppfinningen.

5 I figuren beskrivs det principiella flödet för samtida mass- och lutningsestimering (utan specifik-kraft mätning). Estimeringen/mätningen av dragkraft och hjälpbromskraft behandlas inte i detalj. Vidare behandlas inte signalbehandlingen (filtrering osv) av övriga uppmätta signaler i detalj.

10 Följande beteckningar används i figuren.

Area: Fordonets vindmotstånd area

Cd: Vindmotståndskoefficient

Cr: Rullmotståndskoefficient

g: Gravitationskonstant

15  $h_1$ : Uppdateringstid för  $f_{\text{threshold}}$

$h_2$ : Uppdatering av lutningsprocessens parametrar, relativt lång tid (timmar)

h: Samplingstid

d: Lutningsprocessens intensitet

e: Kraftstörningsprocessens intensitet

20

I ett första funktionsblock 40 uppskattas pålagt drivande moment samt beräknad drivkraft från uppskattningen av det drivande momentet. Vidare uppskattas pålagt bromsande moment samt bromsande kraft från tillsatsbromsar. Indata till det första funktionsblocket 40 utgörs av en uppsättning variabler inkluderande gaspedalläge, motorvarvtal, insprutad bränslemängd, växelläge, turbotryck i förekommande fall, drivaxelvarvtal, samt en tillståndsvariabel för tillsatsbroms vilken kan inkludera lufttrycket i tillsatsbroms och/eller strömförsörjning till elektrisk retarder. Uppskattningen av drivkraft och bromskraft från tillsatsbromsar från nämnda indata utgörs av konventionell av fackmannen välkänd teknik och kommer därför inte att förklaras mer ingående. Uppskattning av drivkraft från nämnda givna indata beskrivs exempelvis i Anderson B.D.O, Morre J.B, Optimal Filtering. Information and System Science Series, Prentice-Hall, University of Newcastle, New South Wales, Australia, 1979.

30

Utsignaler från det första funktionsblocket utgörs av en första tillståndsvariabel  $s(1)$  motsvarande drivkraft och en andra tillståndsvariabel  $s(4)$  motsvarande bromskraft från tillsatsbromsar.

35

Dessa två tillståndsvariabler  $s(1)$  och  $s(4)$  bildar indata till ett andra funktionsblock 50 tillsammans med en tredje tillståndsvariabel  $s(3)$  motsvarande ett binärt värde bestämmande huruvida färdbromsen används eller inte samt en fjärde tillståndsvariabel  $s(2)$  motsvarande hastigheten hos fordonet. I det andra funktionsblocket beräknas kraften i fordonets longitudinella riktning. I en första utföringsform av uppfinningen beräknas kraften enligt följande samband:

40

Ink. t. Patent- och reg.verket

2001-08-17

Huvudfaxen Kassan

$f(t) = s(1) - 0,5Cd * \text{Area } s^2(s) - Cr * g * s(9) - s(4)$  där  $s(9)$  är en nionde tillståndsvariable motsvarande ett estimerat värde på fordonets massa. Kraften  $f(t)$  utgörs av en femte tillståndsvariabel  $s(5)$ . Vidare bildas en sjätte tillståndsvariabel  $s(6)$  som utgör variansen av kraften  $f(t)$  och nyttjas som ett tröskelvärde för att estimering skall äga rum. För att erhålla god estimering är det nödvändigt att det dynamiska systemet exciteras tillräckligt.

I en alternativ utföringsform av uppfinningen ersätts insignalerna ersätts beräkningen av kraften från utsignaler från det första funktionsblocket 40 med en beräkning från en insignal från ett tredje funktionsblock 60 där insignaler från momentgivare nyttjas i stället för uppskattningar ur andra parametrar.

Insignaler till ett fjärde funktionsblock 70 utgörs av de i det andra funktionsblocket 50 bildade utsignalerna samt en sjunde tillståndsvariabel  $s(7)$ , en åttonde tillståndsvariabel  $s(8)$  motsvarande den estimerade tillståndsvektorn  $X_{est}$  och i förekommande fall uppdaterade värden av brytfrekvensen  $\omega_c$  och störintensiteten  $d$ . I det fjärde funktionsblocket sker i ett första processteg en kontroll huruvida systemet är tillräckligt exciterat för att estimering skall tillåtas ske. Detta sker genom att undersöka huruvida den sjätte tillståndsvariabeln överstiger ett bestämt gränsvärde samt huruvida den tredje tillståndsvariabeln är lika med noll, vilket innebär att färdbröms inte nyttjas.

Om dessa villkor är uppfyllda definieras i ett andra processteg systemmatrisen  $A(t)$  som är en funktion av  $s(5)$ ,  $s(2)$ ,  $h$ ,  $g$ ,  $w_c$  och  $w_a$ , samt processtörmingsmatrisen  $R_1(t)$  vilken är en funktion av  $s(2)$ ,  $d$  och  $e$ . Funktionernas utseenden är givna under ovanstående beskrivning av Kalmanfiltrering. Vidare bildas mätmatrisen  $C(t)$  och mätstörmingsmatrisen  $R_2(t)$  vilkas utseende även framgår under ovanstående beskrivning av Kalmanfiltrering.

Därefter beräknas i ett tredje processteg Ricattiekvationen, Kalmanfiltret och uppdateras tillståndsvektorn. Under detta processteg bildar uppskattningen av tillståndsvektorn  $X_{est}(t)$  en sjunde tillståndsvariabel  $s(7)$  och estimeringsfelets kovariansmatris  $P(t)$  en åttonde tillståndsvariabel  $s(8)$ .

Den optimala viktsmatrisen  $K(t+1)$  beräknas ur förhållandet:

$$K(t+1) = A(t)P(t)C^T(t) \text{inv}(C(t)P(t)C^T(t) + R_2(t))$$

Estimeringsfelets kovariansmatris  $P(t)$  beräknas ur förhållandet:

$$P(t+1) = A(t)P(t)A^T(t) - A(t)P(t)C^T(t) \text{inv}(C(t)P(t)C^T(t) + R_2(t)) C(t)P(t)A^T(t) + R_1(t)$$

Uppskattningen av tillståndsvektorn  $X_{est}(t)$  uppdateras enligt:

$$X_{est}(t+1) = f(X_{est}(t), t) - K(t+1)(y(t) - C(t)X_{est}(t))$$

Ink. t. Patent- och reg.verket

2001-08-17

Huvudfaxen Kassar

Om villkoret för estimering inte uppfylldes i det första processteget ersätts i ett fjärde processteg koavariansmatrisen och tillståndsvektorn enligt följande:

5  $P(t+1) = P(t);$   
 $Xest(t+1) = Xest(t)$

För en djupare beskrivning av hur Ricattiekvationen och Kalmanfiltret beräknas hänvisas till Schmidtbauer B. Modellbaserade reglersystem, Studentlitteratur 1999.

10

Utsignaler från det fjärde funktionsblocket 70 utgörs av den sjunde tillståndsvariabeln  $s(7)$  och den åttonde tillståndsvariabeln  $s(8)$ . Ur den sjunde tillståndsvariabeln  $s(7)$  väljs i ett femte funktionsblock 80 förekommande fall ett estimerat värde på massan. I ett sjätte funktionsblock 90 väljs i förekommande fall ett estimerat värde på lutningen av den väg där fordonet framförs.

15

Enligt en utföringsform av uppfinningen bildas ett nytt estimerat värde av brytfrekvens och störintensitet hos väglutningens variation i ett sjunde funktionsblock 100. Dessa nya värden återförs till det fjärde funktionsblocket.

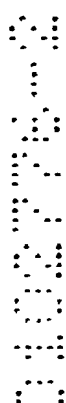
20

I figur 3 visas resultat från körningar av en simuleringsmodell utnyttjande ovan beskrivna estimeringsmetod. Streckade linjer utgör reella parametervärden och heldragna utgör estimerade värden. I de mörklagda områdena exciterade systemet för svagt varvid en avdrift av massuppskattningen skulle ske om inget tröskelkrav finns uppställt. Observera att vägen lutning kan estimeras trots att estimeringen för massan är avstängd.

25

Uppfinningen skall inte begränsas till ovan beskrivna utföringsformer utan kan varieras fritt inom ramen för efterföljande patentkrav, exempelvis kan uppfinningen även nyttjas i fordon som drivs med andra motorer än förbränningsmotorer, exempelvis elmotorer.

30



2001-08-17

Huvudfaxen Kassen

## PATENTKRAV

- 1) Metod för estimering av massan hos ett fordon vilket framförs på en väg med en varierande lutning innefattande följande metodsteg:
  - uppmätning av fordonets hastighet för generering av indata till ett beräkningsorgan;
  - uppmätning av en variabel vilken innefattar longitudinell kraftpåverkan på fordonet för generering av indata till ett beräkningsorgan;kännetecknad av att nämnda beräkningsorgan genom en rekursiv process genererar en uppskattning av vikten hos fordonet genom nyttjandet av ett statistiskt filter nyttjande nämnda indata omfattande fordonets hastighet och nämnda variabel och en statistisk representation av en väg med varierande lutning.
- 2) Metod enligt krav 1, kännetecknad av att nämnda rekursiva process genererar en samtida uppskattning av massan hos fordonet och lutningen av den väg där fordonet framförs.
- 3) Metod enligt krav 1 eller 2, kännetecknad av att nämnda statistiska filter utgörs av ett Kalmanfilter alternativt ett utvidgat Kalmanfilter representerande fordonets rörelseekvation.
- 4) Metod enligt krav 3, kännetecknad av att fordonets hastighet och vägens lutning väljs som tillståndsvariabler i nämnda Kalmanfilter.
- 5) Metod enligt något av föregående patentkrav, kännetecknad av att nämnda statistiska representation av vägens lutning utgörs av en första ordningens process med en intensitet  $d$  och en brytfrekvens  $\omega_c$ .
- 6) Metod enligt krav 5, kännetecknad av att storleken på nämnda intensitet  $d$  och brytfrekvens uppdateras ur information avseende vägens lutning genererad från nämnda rekursiva process.
- 7) Metod enligt något av föregående patentkrav, kännetecknad av att nämnda parameter innefattande en longitudinell kraftpåverkan beräknas från en uppskattning av från en i nämnda fordon ingående motor levererat moment.
- 8) Metod enligt krav 7 där nämnda motor utgörs av en förbränningsmotor, kännetecknad av att nämnda levererade moment uppskattas ur information om till förbränningsmotorns förbränningsrum levererad mängd bränsle samt

0317119555

Ink. t. Patent- och reg.verket

2001-08-17

arbetsvarvtal hos förbränningsmotorn.

Huvudfaxen Kassar

- 9) Metod enligt krav 7, kännetecknad av att nämnda levererade moment uppskattas från en momentgivare placerad i anslutning till fordonets drivlina.
- 10) Metod enligt krav 7, 8 eller 9, kännetecknad att nämnda horisontell kraftpåverkan beräknas från nämnda levererade moment och information avseende föreliggande utväxling mellan förbränningsmotorn utgående drivaxel och hos fordonet förekommande drivande hjul.
- 11) Metod enligt något av patentkraven 1 – 6, kännetecknad av att nämnda parameter innefattande en horisontell kraftpåverkan uppskattas med hjälp av en accelerometer vilken uppmäter den accelerationen i fordonets längdriktning.
- 12) Metod enligt något av föregående patentkrav, kännetecknad att av att information avseende fordonets massa nyttjas för bromskraftsfördelning mellan bromsar hos i fordonet ingående dragbil och släp.
- 13) Metod för estimering av lutningen av en väg där ett fordon framförs innefattande följande metodsteg:  
- uppmätning av fordonets hastighet för generering av indata till ett beräkningsorgan;  
- uppmätning av en variabel vilken innefattar longitudinell kraftpåverkan på fordonet för generering av indata till ett beräkningsorgan;  
kännetecknad av att  
nämnda beräkningsorgan genom en rekursiv process genererar en uppskattning av lutningen av den väg där fordonet framförs genom nyttjandet av ett statistiskt filter nyttjande nämnda indata omfattande fordonets hastighet och nämnda variabel och en statistisk representation av en väg med varierande lutning.
- 14) Metod enligt krav 13, kännetecknad av att nämnda statistiska filter utgörs av ett Kalmanfilter alternativt ett utvidgat Kalmanfilter representerande fordonets rörelseekvation.
- 15) Metod enligt krav 14, kännetecknad av att fordonets hastighet och vägens lutning väljs som tillståndsvariabler i nämnda Kalmanfilter.
- 16) Metod enligt något av patentkraven 13 - 15, kännetecknad av att nämnda statistiska representation av vägens lutning utgörs av en första ordningens process med en intensitet  $d$  och en brytfrekvens  $\square$ .



2001-08-17

Huvudfaxen Kassan

- 17) Metod enligt krav 16, kännetecknad av att storleken på nämnda intensitet  $d$  och brytfrekvens  $\Omega_c$  uppdateras ur information avseende vägens lutning genererad från nämnda rekursiva process.
- 18) Metod enligt något av patentkraven 13 - 18, kännetecknad av att nämnda parameter innefattande en longitudinell kraftpåverkan beräknas från en uppskattning av från en i nämnda fordon ingående motor levererat moment.
- 19) Metod enligt krav 18 där nämnda motor utgörs av en förbränningsmotor, kännetecknad av att nämnda levererade moment uppskattas ur information om till förbränningsmotorns förbränningsrum levererad mängd bränsle samt arbetsvarvtal hos förbränningsmotorn.
- 20) Metod enligt krav 18, kännetecknad av att nämnda levererade moment uppskattas från en momentgivare placerad i anslutning till fordonets drivlina.
- 21) Metod enligt krav 18, 19 eller 20, kännetecknat att nämnda horisontell kraftpåverkan beräknas från nämnda levererade moment och information avseende föreliggande utväxling mellan förbränningsmotorn utgående drivaxel och hos fordonet förekommande drivande hjul.
- 22) Metod enligt något av patentkraven 13 - 17, kännetecknad av att nämnda parameter innefattande en horisontell kraftpåverkan uppskattas med hjälp av en accelerometer vilken uppmäter den accelerationen i fordonets längdriktning.
- 23) Metod enligt något av patentkraven 13 - 22, kännetecknad att av att information avseende fordonets massa nyttjas för bromskraftsfördelning mellan bromsar hos i fordonet ingående dragbil och släp.

2001-08-17

Huvudfaxen Kassan

## FRÅGOR

- 1) I publikationen talas om Kalmanfiltrering respektive "extended Kalman filtering"

Vilken är skillnaden mellan dessa två metoder och vilket begrepp omfattar båda metoderna? Det finns många olika typer av Extended Kalman Filtering. Den enklaste och den jag använt innebär att man linjariserar sin olinjära ekvation kring den uppskattade tillståndsvektorn (Taylorutvecklar och slänger termer med ordning över 1). Denna linjariserade modell används sedan till Riccati ekvationen och beräkningen av Kalman filteret  $K$ . Uppdateringen av estimator sker sedan enligt ekvation 2 men  $A$  ersätts med  $F(t)$ . Referens 5 beskriver detta bra.

- 2) Störkrafterna givna från variationen av väghutningen modelleras med ett system av första ordningen. I stycket 3.2 publikationen talas om brytfrekvens  $\omega_d$  med en intensitet  $d$ . Jag ser inte termen "d" återkomma i ekvationerna.

Var i ekvationerna återfinns termen "d"? Termen  $d$  är intensiteten hos processbruset (i detta fall väglutningsprocessen). Den ingår som en del i processbrusmatrisen  $R$ , som är inslag i Riccati ekvationen.

Hur skulle ekvationerna se ut om störningen approximerades med exempelvis ett andra ordningens system? Är detta möjligt? Ja det är möjligt. Varje ökning av ordningen motsvaras av ett  $1/s$  i Laplace planet. Dvs vi måste utöka vår tillståndsvektor med ytterligare en tillstånd (för varje ny integration  $1/s$  är en integrator).

- 3) Såsom jag har uppfattat uppfinningen nyttjas en modellbeskrivning av den statistiska variationen hos vägens lutning. I detta fall beskrivs denna variation som  $\dot{\theta} = -\theta_c e + \dot{\theta}$

Jag har uppfattat det som att  $\theta_c$  är bestämd eller uppskattad genom studium av en referenssträcka, dvs att  $\theta_c$  betraktas som en parameter med känd storlek.

Är detta korrekt? Ja, intensitet och brytfrekvens måste sättas "i fabrik" men tuning sker enligt 5.

- 4) Vilken är naturen hos  $\dot{\theta}$ ? Det är en okorrelerad sekvens av utslags. Den representeras till Kalman filteret som en intensitet, dvs  $\frac{2\pi \cdot 10^{-4} \cdot 10^4}{2\pi \cdot 10^4} \text{ rad/s} = 10^{-4}$  och har enheten  $[\text{rad}^2/\text{Hz}]$  där  $\text{rad}$  är radianer om vi snäcker lutning. (2 är

2001-08-17

Huvudfaxen Kassan

parametervärdets operator och  $\alpha_i$  är en diracpuls

- 5) Texten talar om en möjlighet att uppdatera parametervärdena hos modellbeskrivningen av den statistiska variationen hos vägens lutning.

Hur skulle det praktiskt gå till väga? Det sätt är att lägga in mätningarna i en batch och sedan (kanske varannan timma) köra en vanlig PLS (Recursive Least Square) algoritmen för att sätta parametrarna, dvs. när apparaten en första ordningens process till en matserie. En referens på detta är Lenaart Ljung *System identification theory for the user*

- 6) Jag skrev inte av kraftekvationens utseende eftersom jag antog att den fanns beskriven i din publikation.

Kan du ge mig det korrekta utseendet? Kraftstörningen beskrivs även den med en första ordningens process och har därför samma utseende som vägslutningsprocessen

2001-08-17

Huvudfaxen Kassan

Svar till fotnötter:

- 1, Har lagt frågan vidare till motor avd. Kanske räcker det med en referens se 7 nedan
- 2, Ett lämpligt ställe är utgåendeaxel från växellådan. Detta är dock inte helt självklart och en del forskning pågår kring momentgivare i tunga fordon.
- 7, I referens 2 (bifogar stycke 2.2.3) förklaras ett sätt för bestämning av motor moment. Jag vet inte om vi gör exakt så men troligen är likheterna stora.
- 15, Se nedan
- 16, Om du förstorar bilden står så ser du signalnamn.
- 17, Filtret fungerar- de estimerade storheterna konvergerar mot sina riktiga värden. Bilden kan förstoras genom att markera den och sedan dra i någon av hörn märkena (om du drar i hörnen behåller bilden sin proportion).

I figuren beskrivs det principiella flödet för samtida mass- och lutningsestimering (utan specifik-kraft mätning). Estimeringen/mätningen av dragkraft och hjälpbromskraft behandlas inte i detalj. Vidare behandlas inte signalbehandlingen (filtrering osv) av övriga uppmätta signaler i detalj.

#### Nomenklatur

Area: Fordonets vindmotstånd area

Cd: Vindmotståndskoefficient

Cr: Rullmotståndskoefficient

g: Gravitationskonstant

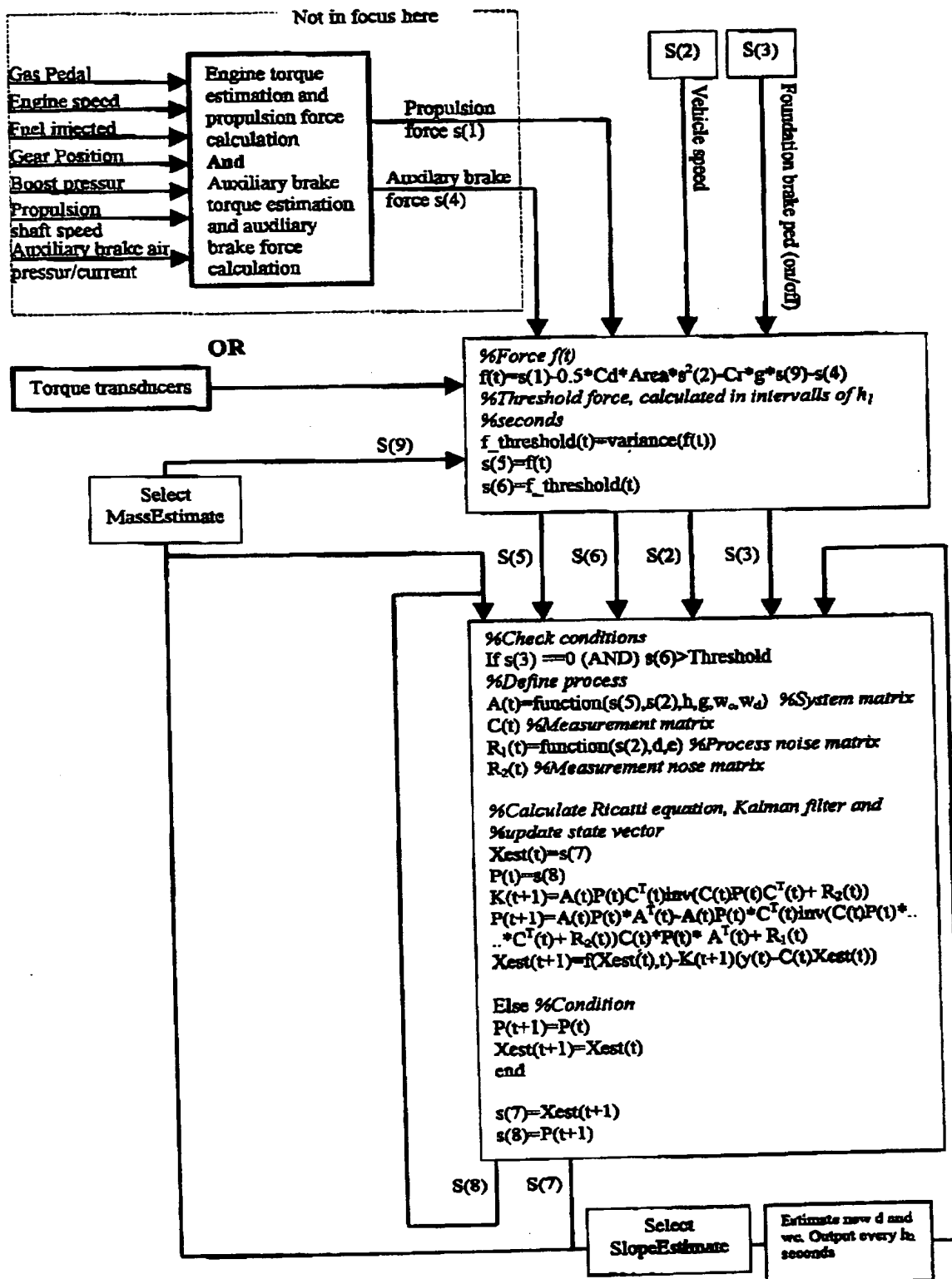
h<sub>1</sub>: Uppdateringstid för f<sub>threshold</sub>

h<sub>2</sub>: Uppdatering av lutningsprocessens parametrar, relativt lång tid (timmar)

h: Samplingstid

d: Lutningsprocessens intensitet

e: Kraftstörningsprocessens intensitet



2001-08-17

Huvudfaxen Kassan

## SAMMANDRAG

Metod för estimering av massan hos ett fordon vilket framförs på en väg med en varierande lutning innefattande följande metodsteg:

- uppmätning av fordonets hastighet för generering av indata till ett beräkningsorgan;
  - uppmätning av en variabel vilken innefattar longitudinell kraftpåverkan på fordonet för generering av indata till ett beräkningsorgan,
- samt

metod för estimering av lutningen av en väg där ett fordon framförs innefattande följande metodsteg:

- uppmätning av fordonets hastighet för generering av indata till ett beräkningsorgan;
- uppmätning av en variabel vilken innefattar longitudinell kraftpåverkan på fordonet för generering av indata till ett beräkningsorgan.

018/025

2001-08-17

Huvudfaxen Kassan

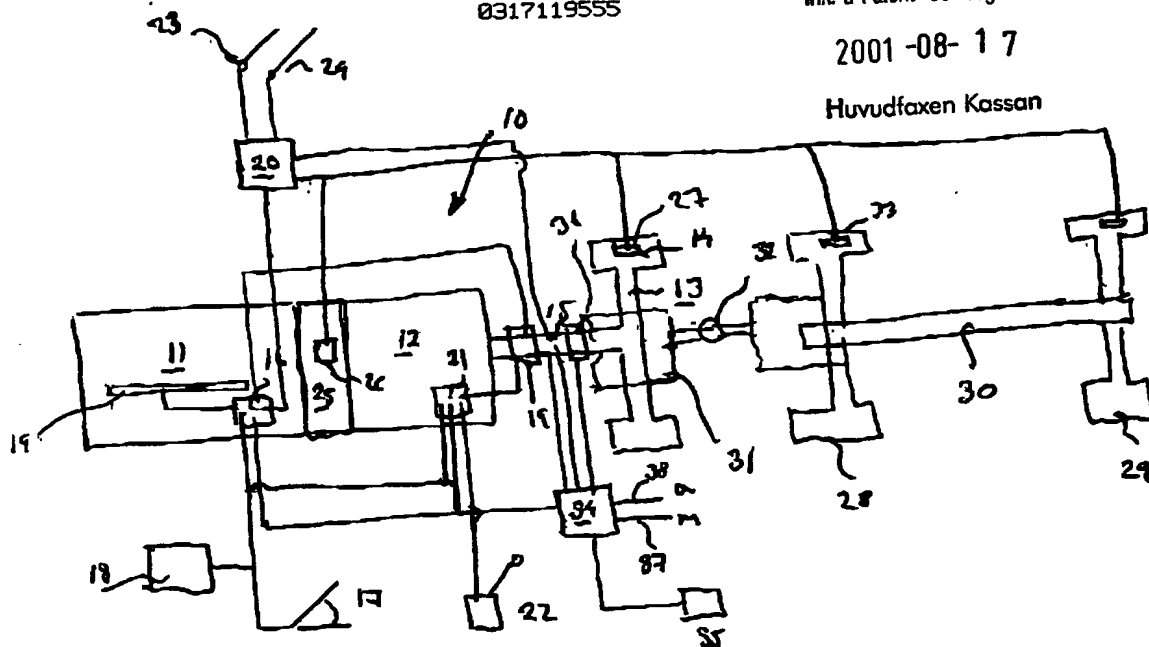


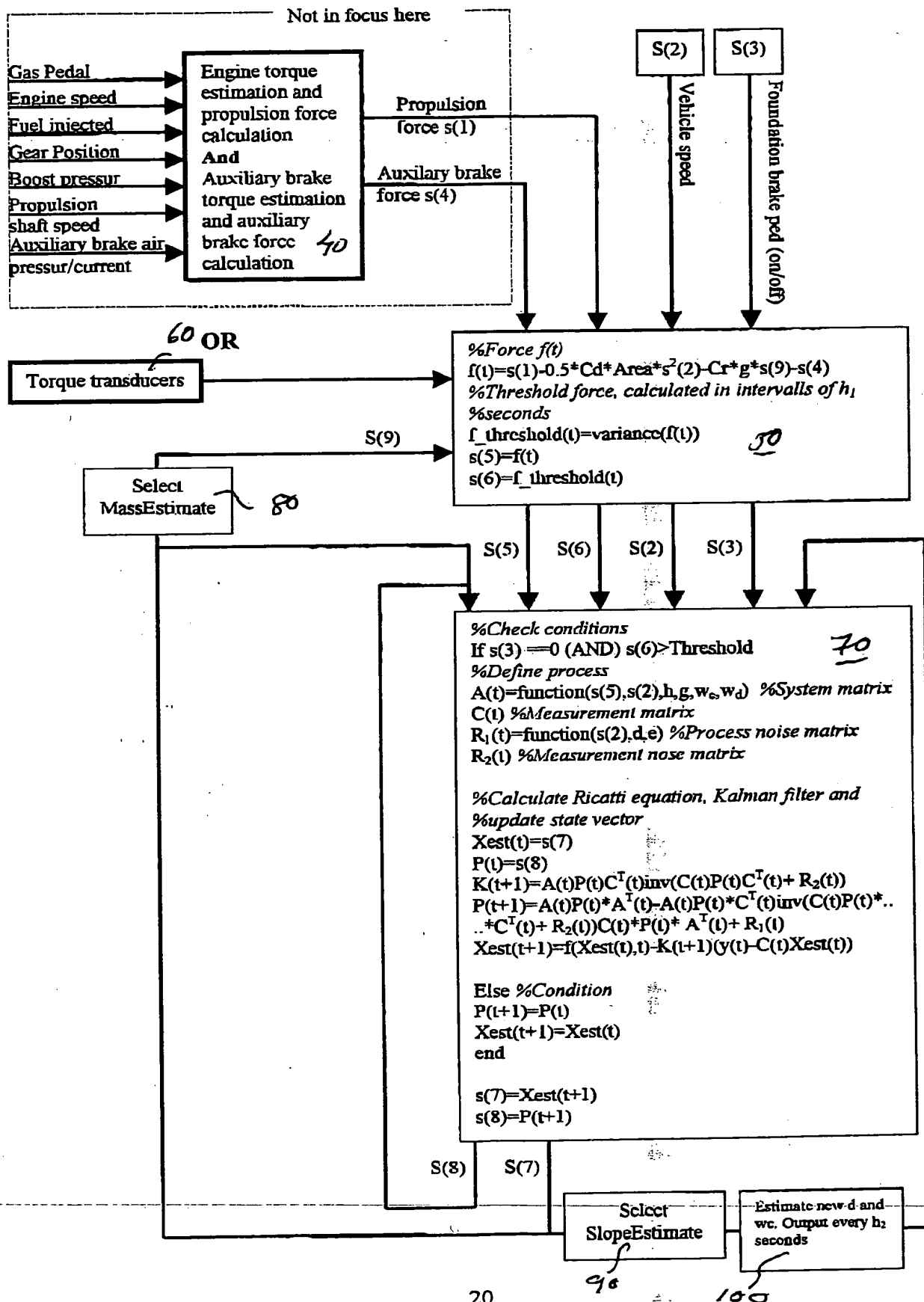
Fig. 1

01 08/17 16:24 FAX 0317119555

Fig. 2

2001-08-17

## Huvudfaxen Kassan

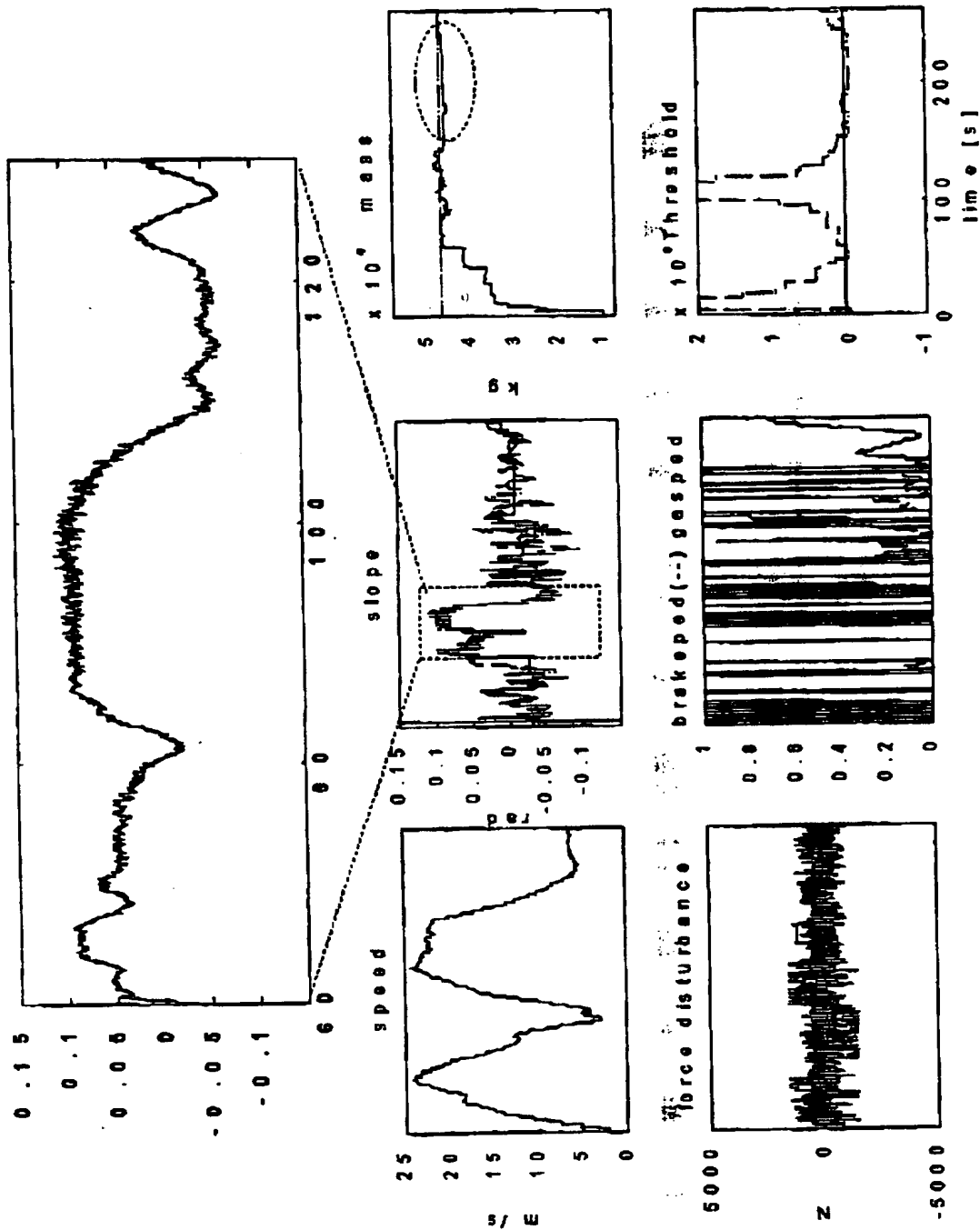




2001-08-17

Huvudfaxen Kassar

Fig 3



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**